



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Teknik Mesin**

Nomor : **0501/TA/S1/11/2013**

Nama : **UNGGUL SIGIT WIBOWO**
NIM : **10408097**
Bidang : **Teknik Produksi**
Pembimbing 1 : **Dr. TRIYONO, ST., MT./197406251999031002**
Pembimbing 2 : **DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT/197003231998021001**
Penguji : **1. WIBOWO, ST,MT/ 196904251998021001**
2. WAHYU PURWO RAHARJO, ST,MT/
197202292000121001
3. /

Mata Kuliah Pendukung

- 1. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-10)**
- 2. TEKNOLOGI DAN PROSES PEMESINAN(MS05013-10)**
- 3. Teknik Pengecoran & Las(MS42062)**

Judul Tugas Akhir

**"Pengaruh atmosfer terhadap sifat mekanik
sambungan las titik (Resistance Spot Welding) logam
tak sejenis antara jindal stainless steel type JLS AUS
(J1) dan mild steel SS400"**

Surakarta, **2013-11-25 13:09:58**
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :


1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

**Pengaruh atmosfer terhadap sifat mekanik sambungan las titik
(Resistance Spot Welding) logam tak sejenis antara jindal stainless
steel type JLS AUS (J1) dan mild steel SS400**


Disusun Oleh

UNGGUL SIGIT WIBOWO
NIM : **10408097**

Dosen Pembimbing 1

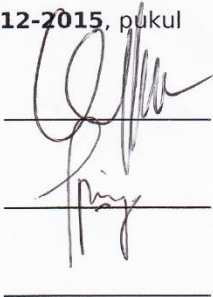

Dr. TRIYONO, ST., MT.
NIP. **197406251999031002**

Dosen Pembimbing 2


DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**


Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **10-12-2015**, pukul
08:00:00, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS.**

1. WIBOWO, ST,MT
196904251998021001
2. WAHYU PURWO RAHARJO, ST,MT
197202292000121001
- 3.




Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta
DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir


DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**

MOTTO

“Kepuasan itu terletak pada usaha, bukan pada pencapaian hasil. Berusaha keras adalah kemenangan besar.”

(Mahatma Gandhi)

“Segala sesuatu indah pada waktunya apabila kita menabur pada waktunya”

(Bong Candra)

“Sebaik-baiknya manusia ialah orang yang bermanfaat bagi orang lain”.

(HR. Bukhori)

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al Insyirah : 6)

PERSEMBAHAN

Kepada mereka yang telah berjasa dalam hidupanku, kupersembahkan karya sederhana ini untuk :

1. Allah SWT, dan junjungan Nabi besar Muhammad SAW.
2. Bapak, Ibu, adik serta keluarga besar tercinta.
3. Bapak Triyono dan Bapak Nurul Muhayat.
4. Seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Teknik Mesin UNS.
5. Teman-teman yang turut membantu dalam pengerjaan tulisan ini.
6. Aulia Sri Cahyani dan keluarga
7. Almarhumah Widi Astuti Binti Parto Atmodjo.

ABSTRAK
PENGARUH ATMOSFER TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN
LAS TITIK (*RESISTANCE SPOT WELDING*) LOGAM TAK SEJENIS
ANTARA JINDAL STAINLESS STEEL TYPE JSL AUS (J1) DAN MILD
STEEL SS400

Unggul Sigit Wibowo
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta
unxzboy@gmail.com

Penggunaan gas pelindung dalam proses *resistance spot welding* (RSW) dapat meningkatkan mutu dan kualitas hasil pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh atmosfer terhadap sifat mekanik dan ketahanan korosi sambungan logam las tak sejenis antara JSL AUS (J1) dan SS400.

Pengelasan dilakukan pada atmosfer udara terbuka, argon dan nitrogen. Parameter pengelasan yang digunakan yaitu tegangan 2.02 V, 2.30 V dan 2.67 V dengan waktu pengelasan konstan yaitu 5 s. Pengujian yang dilakukan adalah pengamatan struktur makro dan mikro, uji tarik-geser, dan uji potensiodinamik polarization.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan listrik kekuatan tarik-gesernya juga semakin tinggi, hal ini dikarenakan meningkatnya ukuran diameter *nugget*. Penggunaan gas pelindung baik argon maupun nitrogen dapat meningkatkan kekuatan tarik-gesernya dengan mode kerusakan berupa *interface*. Namun untuk pengelasan dengan tegangan 2.67 V, kekuatan tarik-geser tanpa gas pelindung lebih tinggi daripada kekuatan tarik-geser menggunakan gas pelindung dengan mode kerusakan berupa *pull out*. Hasil pengujian korosi menunjukan bahwa pengelasan pada tegangan 2.02 V dengan atmosfer argon menghasilkan laju korosi yang paling rendah yaitu 0.000931 mmpy diikuti dengan nitrogen 0.001241 mmpy dan pada atmosfer terbuka 0.06838 mmpy.

Kata kunci: *Resistance spot welding*, Logam tak sejenis, Tegangan listrik, pengelasan atmosfer, Laju korosi

ABSTRACT

AN EFFECT OF ATMOSPHERE ON MECHANICAL PROPERTIES OF RESISTANCE SPOT WELD JOINT DISSIMILAR METALS BETWEEN JINDAL STAINLESS STEEL TYPE JSL AUS (J1) AND MILD STEEL SS400

Unggul Sigit Wibowo
Mechanical Engineering Department
Sebelas Maret University
unxzboy@gmail.com

The shielding gas in the Resistance Spot Welding process can improve the quality of the weld. This study aims to determine the effect of the atmosphere on mechanical properties and corrosion resistance of spot welded dissimilar metal between JSL AUS (J1) and SS400.

The welding processes were performed in an air, argon and nitrogen atmosphere. Welding parameters used were a voltage of 2.02 V, 2.30 V and 2.67 V with a constant welding time of 5 s. The tests performed were macrostructural and microstructural examination, tensile-shear test, and Potentiodynamic polarization test.

The results of this study indicated that the higher electrical voltage, caused the higher tensile-shear strength. It caused by the increasing size of the diameter nugget. The use of shielding gas either argon or nitrogen was able to increase the tensile-shear strength with interface failure mode. For welding with voltage of 2.67 V, tensile-shear strength without shielding gas was higher than that of strength using a shielding gas with pull out failure mode. The corrosion test showed the specimens with voltage of 2.02 V in argon atmosphere had the lowest corrosion rate of 0.000931 mmpy, while that of in nitrogen and air atmosphere had were of 0.001241 mmpy and 0.06838 mmpy respectively.

Keywords: Resistance spot welding, Dissimilar metals, Voltage, Weld atmosphere, corrosion rate

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Atmosfer Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Titik (*Resistance Spot Welding*) Logam Tak Sejenis Antara Jindal Stainless Steel Type JSL AUS (J1) dan Mild Steel SS400”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta (Bapak Tasimun S. Harsono dan Siti Amini) dan adik (Zaen Nurrohman) atas segala kasih sayang, serta keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat, doa yang tulus ikhlas dan kepercayaan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Triyono, ST., MT selaku dosen pembimbing I atas nasehat, arahan, bimbingan dan ilmu yang bermanfaat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Nurul Muhyat, ST., MT selaku dosen pembimbing II dan koordinator Tugas Akhir yang turut serta memberikan motivasi, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Wibowo, ST., MT dan Bapak Wahyu Purwo Raharjo, ST., MT selaku dosen penguji tugas akhir saya yang telah memberi saran yang membangun.
5. Bapak Purwadi Joko Wididi, ST., MKom selaku pembimbing akademis yang telah berperan sebagai orang tua penulis dalam menyelesaikan studi di Universitas Sebelas Maret ini.
6. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, ST., MT selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

7. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah turut serta mendidik penulis hingga menyelesaikan studi S1.
8. Seluruh staf karyawan administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kemudahan dalam hal administrasi.
9. Staf laboratorium Proses Produksi, Mas Arifin dan Mas Endri yang telah banyak memberi arahan dalam pengelasan *resistance spot welding*.
10. Staf laboratorium Material, Mas Maruto yang telah banyak memberi arahan dalam proses pengujian spesimen skripsi.
11. Aulia Sri Cahyani yang telah setia, memberikan doa serta semangat dan kasih sayang yang tulus.
12. Bapak Parto Atmodjo dan segenap keluarga yang selalu memberikan semangat, khususnya Almarhumah Widi Astuti yang telah setia menemani dan tidak pernah berhenti memberikan semangat dan motivasi
13. Teman – teman skripsi (Mas Arif, Solikin, Eko Agus) dan teman yang telah menemani penulis baik dalam keadaan suka maupun duka selama menyelesaikan skripsi, serta teman-teman Wisma Duta yang turut membantu menyelesaikan laporan ini.
14. Rekan-rekan seperjuangan di Cosinus 08, kakak tingkat dan adik tingkat di Jurusan Teknik Mesin UNS, *M-solidarity forever!!*
15. Semua pihak yang belum tersebut namanya yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari, bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi tercapainya kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap, semoga laporan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Surakarta, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Surat Penugasan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Motto.....	iv
Persembahan	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Notasi	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan dan Manfaat	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori.....	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat Penelitian.....	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.3. Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1. Pembuatan variabel penelitian	22
3.3.2. Pembuatan spesimen uji.....	23
3.3.3. Pengujian spesimen.....	24
3.3.4. Analisa Data	26
3.4. Diagram Alir Penelitian	27
BAB IV DATA DAN ANALISIS	
4.1. Struktur makro dan mikro (Metalografi)	28
4.2. Kekuatan tarik geser (<i>Tensile Load Bearing Capacity</i>)	39
4.3. Korosi (<i>Potentiodynamic Polarization</i>)	42
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema dari proses <i>spot welding</i> . R1 dan R5 resistansi antara elektroda-benda kerja, R2 dan R4 resistansi benda kerja, R3 resistansi antar permukaan	7
Gambar 2.2 Siklus <i>resistance spot welding</i>	8
Gambar 2.3 <i>Corrosion Rate Determination</i>	16
Gambar 3.1 (a) Hasil pengelasan tegangan 3.02, (b) Hasil pengelasan tegangan 1.67.....	23
Gambar 3.2 Ukuran spesimen las titik	23
Gambar 3.3 Penempatan spesimen pada <i>Chamber</i>	24
Gambar 3.4 Spesimen uji tarik-geser	25
Gambar 3.5 Spesimen uji makro dan mikro.....	25
Gambar 3.6 Spesimen uji korosi dengan potensiodinamik	26
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian	27
Gambar 4.1 Struktur makro sambungan las	29
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara tegangan listrik dan atmosfer dengan diameter nugget.....	30
Gambar 4.3 Base Metal SS400.....	31
Gambar 4.4 Letak HAZ dan <i>nugget</i> spesimen las.....	32
Gambar 4.5 Struktur mikro HAZ 1, HAZ 2, HAZ 3 baja SS400	33
Gambar 4.5 (Lanjutan) Struktur mikro HAZ 1, HAZ 2, HAZ 3 baja SS400.....	34
Gambar 4.6 Base Metal J1	35
Gambar 4.7 Struktur mikro logam induk dan HAZ J1	35
Gambar 4.8 Struktur mikro daerah las (<i>nugget</i>).....	36
Gambar 4.9 Pengeplotan perhitungan besar butir dengan metode Heyn (<i>Intercept</i>).....	37
Gambar 4.10 Grafik pengaruh tegangan listrik terhadap Tensile Load Bearing Capacity sambungan las.....	40
Gambar 4.11 Mode kegagalan setelah pengujian tarik geser pada tiap variasi spesimen.....	41
Gambar 4.12 Perubahan spesimen las setelah uji tarik-geser	42
Gambar 4.13 <i>Pitting corrosion</i> pada <i>austenitic stainless steel</i> (J1)	43
Gambar 4.14 Foto permukaan uji korosi potensio dinamik	44
Gambar 4.15 Diagram Tafel uji korosi <i>Potentiodynamic Polarization</i> dengan 3.5% NaCl.....	45
Gambar 4.16 Diagram Tafel hasil uji korosi pengelasan atmosfer udara terbuka tegangan 2.02 V dengan 3.5% NaCl	46
Gambar 4.17 Histogram laju korosi	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2.1 Sifat-sifat Nitrogen	17
Tabel 2.2 Sifat-sifat argon	19
Tabel 3.1 Komposisi kimia JSL AUS (J1) dan Mild Steel SS 400 ..	22
Table 3.2 Parameter pengelasan	22
Tabel 4.1 hasil pengukuran butir pada tegangan 2.67 V dengan menggunakan metode heyn (<i>intercept</i>)	38
Tabel 4.2 Kategori Tingkat Laju Ketahanan Korosi	48

DAFTAR NOTASI

CR	=	<i>Corrosion Rate</i> (mmpy)
I_{corr}	=	Densitas arus korosi (μAcm^2)
E.W	=	Berat ekuivalen dari spesimen yang terkorosi (g)
ρ	=	Densitas spesimen (g/cm^3)
P	=	Jumlah titik potong batas butir dengan lingkaran
P_{tot}	=	Jumlah total titik potong batas butir dengan tiga lingkaran
L_3	=	Nilai <i>intercept lineal</i> rata-rata untuk setiap bidang
G	=	Nomor ukuran butir

